

微米に關する研究 第一報

農學博士 近藤萬太郎

海野元太郎

一、緒言

當所に於て是迄米穀貯藏の研究を行ひし時、屢々米の水分含量並に貯藏溫度を種々に變へて、米質變化の狀態を調査せり。而して米の乾燥不良なる時、或は濕度高き場合に、微米を生ずることは言ふ迄も無き處にして、岡村氏⁽¹⁾は曾て當所に於て米の水分含量、貯藏溫度並に年限と米質變化及び微の發生との關係を詳細に研究したり。只此時に微の種類につきては更に研究せざりき。

抑々變質米を起す菌はその種類多し。而してその各種の菌を純粹に培養し、種々の水分含量の米に接種し、種々の溫度に置きて、以てその微の發生狀態を調べ、微の發生とその條件とを明かにすること、又微の發生せる玄米につきて、理化學的並びに食品學的研究をなし、以て微が米質を如何なる狀態に於て侵害せしやを知ること、進みては此微米の利用につきて研究することは、米の貯藏上必要なる問題と云ふべし。依つて近藤は昭和十二年十一月之が研究の計畫を立てたり。而して、始め岡村氏が之の研究に着手して、微の接種につき二回豫備の程度に實驗を行ひたりしが、同氏轉任

後は海野之が研究を繼續したり。されど種々の事情によりて意の如く十分に研究を遂行すること能はず、爲めに極めて不完全なる研究なるも、茲に一報として、既に得たる成績を豫報的に報告することとなせり。若し米穀に關し何等かの参考になり得れば、著者等の幸甚とする處なり。

從來微米につきて研究したる例は、前記岡村氏⁽¹¹⁾の多濕米の外に菱氏⁽¹⁾は赤變米につきて、三宅、高田兩氏⁽⁶⁾はフケ米及びモス米につきて、又細菌に侵さるゝ米の例として三宅、角田氏⁽⁸⁾はエビ米につきて研究し詳細に報告したるものあり。著者等は茲に貯藏米に普通見出さるゝ *Aspergillus Oryzae* の外に *Gibberella Saubinetii*, *Cladosporium sp.* を用ひ三種の微米につきて實驗することとなしたるも、後二者につきては、十分の結果を得ざりき。されば以下述ぶるは只前一種 *Aspergillus Oryzae* のみの結果と見るも可なり。

二、微の接種試験

此實驗は岡村氏の行ひしものなり。先づ *Aspergillus Oryzae*, *Gibberella Saubinetii*, *Cladosporium sp.* の純粹培養をなせるものを、玄米粒に接種したる場合、米の水分含量並に米の貯藏溫度と此等の微の繁殖とが、如何なる關係にあるかを確かめんが爲めに、次の如く二回接種試験を施行したり。

第一回實驗（豫備）

一、實驗方法

當所植物病理部より三種の微 *Asp. Oryz.*, *Gibb. Saub.*, *Clad. sp.* を貰ひ受け、之を接種に供用せり。水分含量一一・

五%の雄神二號の玄米を木箱に入れ、フォルマリン消毒を三日間行ひたる後取り出し、二〇〇瓦宛を三角壺に入れ、計算によつて適量水を加へ、良く混合して、水分含量をそれぞれ一二・五%、一四%、一六%、一八%になし、之に前記三種の黴を接種し、コルク栓を施して密封し、攝氏一五度、二〇度、二五度、三〇度の恒温器内並に室溫に於て貯藏したり。而して黴の接種方法は、純粹培養したる黴の風乾物を粉碎し、米粒間に混合し、昭和一三年七月二九日より同年一〇月三〇日迄貯藏したり。その試験の區數は六〇なり。

二、實驗結果

昭和一三年一〇月三〇日に、各試験區につき、黴の發生狀況を調査したるに、貯藏開始後三ヶ月に至るも、水分含量一八%の米に於てさへ、肉眼的に黴の發生を見ること能はざりき。かくの如く、黴の成育せざりし原因は明かならざるも、最初に米を消毒したる時に用ひしフォルマリンが、或は殘存せし爲めなるか、或は使用玄米が過少なる爲めに、米粒間隙の濕度が過小にして、黴が十分の水分を得ざりし爲め發育せざりしか、或は尙他の原因に歸すべきか判明せざるも、結局黴は發育せざりし故に、此接種試験は失敗に歸したり。よつて三ヶ月にて實驗を中止したり。右失敗は恐らく試料少くして、米の表面及びその粒間隙が乾きたるが主なる原因ならん。

第二回實驗

前回は米穀を豫めフォルマリンにて消毒して用ひしが、接種不成功となりし故に、今回は米を豫め消毒することなくして、そのまゝ米に前回用ひし三種の黴を別々に接種したり。されば嚴密に云へば、米に發生する黴は接種せし黴のみにあらずして、前より粒に附着せる黴も發生すべき筈なり。されど此場合主なる發育優勢の黴は新に接種せし種類なら

んとの想定のもとに之を行ひたるなり。

一、實驗方法

水分含量一〇・九%の雄神玄米四六三g宛に、計算によつて適當量の水を加へて、米の水分含量を約一四%、一五%、一六%、一七%、及び一八%になし、之に三種の微 *Aspergillus Oryzae*, *Gibberella Sabinei* 及 *Cladosporium* sp. を次に述ぶる方法によりて別々に接種し、廣口壺に詰め、栓を施し、密封し、攝氏三〇度の恒温器中に貯藏したり。その實驗區數は一五なり。

微の接種も前回と方法を異にしたり。前回は微の風乾物を粉碎して用ひたるが、今回は純粹培養したる前記三種の微を別々に水面上に懸吊して、微に水分を含ませしめたり。而して水分一〇・九%の米の水分含量をば、約一四%、一五%、一六%、一七%、一八%になす爲めに、注加すべき計算量の水には、此微の含有せる水分をも包含せしめたり。その爲に微を水に解きて米に接種せり。されば今回の接種方法は、前回と全く異れりと云ふべし。昭和一三年一月五日に接種し七日より恒温に保ちて今日に至る。

二、實驗結果

接種後五ヶ月間微の發生狀態を調査したるが、十分豫期の結果を得ざりしも、その經過を述べれば次の如し。

(1) *Aspergillus Oryzae* の場合

水分一四%の米は滿五ヶ月以上を経るも、肉眼的に微の發生を認むる能はず。

水分一五%の米は約二ヶ月後より粒面の一部、殊に胚の部分に灰綠色の微の發生を認めたり。

水分一六%の米 約二ヶ月後より局部的に、白色或は灰緑色の黴の繁殖を認めたり。

水分一七%の米 約七〇日後より局部的に、白色又には灰緑色の黴の繁殖を認めたり。

水分一八%の米 約二ヶ月後より白色又は緑色の黴の発生を認めたり。

(2) *Gibberella Saubinetii* の場合

水分一四%の米 約二ヶ月後より胚の部分に灰緑色の黴を見受けたるが如きも、今日その試料を見るに黴の発生を認めず。

水分一五%の米 約三ヶ月後より胚の部分に、灰緑色の黴の発生を認めたり。

水分一六%の米 約三ヶ月後より胚の部分及び他の部分にも、白色又は灰緑色の黴の発生を認めたり。

水分一七%の米 約七〇日後より白色又は灰緑色の黴の発生を認めたり。

水分一八%の米 約二ヶ月後より、白色の黴の発生を認めたり。

(3) *Cladosporium* sp. の場合

水分一四%の米 五ヶ月後にも、肉眼的には黴の発生を認めず。

水分一五%の米 五ヶ月後にも、肉眼的には黴の発生を認めず。

水分一六%の米 約一ヶ月後より黴の繁殖を認め、白色を呈したり。

水分一七%及び一八%の米 約一ヶ月後に黴の繁殖を認め、白色を呈したり。

元來米を溫度三〇度に貯ふる時は黴米を生じ易きものなれど、右の實驗結果によれば、米の水分含量を一四%になし

置けば、蠶は繁殖せず、一五%の場合には多少蠶の發生を認め、一六%或はそれ以上になれば、蠶は多量に且つ早く發生するを認むるなり。よつて實際問題として、米の水分含量を一四%、又はそれ以下に迄よく乾かし置く時は、三〇度に貯ふるも前記の蠶は發生せざるべし。

以上は岡村氏が當所に於て行ひし豫備的の接種實驗にして、その結果に多少著者等の考察を加へたるものなり。

三、蠶米の米質調査

前記、岡村氏の接種せし米をば海野が繼承して、次の如くその米質調査を行ひたり。此米は前述の如く *Aspergillus Oryzae*, *Gibberella Saudinetti*, *Cladosporium* sp. の三種の蠶を昭和一三年一月五日に接種し、同七日より昭和一四年四月一二日迄三〇度の恒溫器に置き、次に二五度の恒溫器に移し（恒溫器の都合上）て今日に至れるものなり。右の試

第一表 米及蠶の狀態

試 験 區	1 年 7 ヶ 月 後 の 蠶 の 狀 態	3 年 3 ヶ 月 後 の 米 の 狀 態
Asp. Oryz. 水分 14%	蠶の繁殖は肉眼的には認められず	米に臭あり光澤無し
15	點々白色又は灰綠色の蠶繁殖す	米腐敗して茶褐色になり、惡臭を發す
16	諸所に集團的に白色又は灰綠色の蠶繁殖す	臭氣を發す、光澤無し
17	全體に白色又は灰綠色の蠶繁殖す	臭氣を發し外観甚だ惡し、白蠟に包まる
18	全體に白色又は灰綠色の蠶繁殖す	米腐敗して強く臭氣を發し、外観極めて惡しく黒褐色なり

Gibb, Saub. 水分14%		
15	黴の繁殖は肉眼的には認められず 點々白色又は灰緑色の黴が繁殖す	微臭あり、褐色を帯び、光澤無し 臭氣を發し、多少褐色を帯び、光澤無し
16	諸所に白色又は灰緑色の黴が繁殖す	強く臭氣を發し、外觀極めて悪し、光澤無し
17	殆んど全體に白色又は灰緑色の黴が繁殖す	強き酸味ある惡臭を發し、外觀極めて悪し、茶褐色 光澤無し
18	全體に白色又は灰緑色の黴が繁殖す	強き酸味ある臭氣を發し、外觀極めて悪し、茶褐色 にして、光澤無し
Chakopa. 水分14%		
15	黴の繁殖は肉眼的には認められず 點々白色又は灰緑色の黴が繁殖す	臭あり、光澤無し 臭氣あり、外觀悪し、白けて光澤無し
16	點々白色又は灰緑色の黴が繁殖す	強き臭氣あり、外觀悪し、光澤無し
17	米の大半に白色又は灰緑色の黴が繁殖す	惡臭を放つ、米は固結して白黴にて包まる
18	米全體に灰緑色又は白色の黴繁殖す	惡臭を放つ、米は固結して白黴にて包まる

備 考

※ *Asp. Oriz.* の水分15%及18%の試料のみは腐敗しベントト状態になりたり。その可成なるかは不明なるも、或は貯藏中に米の密封可ならずして、水分が侵入し細菌の繁殖せしによるべきか。

料につき昭和十五年七月より同年末迄の間に (1) 黴の繁殖の状態、(2) 繁殖黴の検定及び (3) 被害米歩合の検定を行ひたり。
尚昭和十七年二、三月に更に現品につき米の状態並にそのビタミンB₁含量につき調査せり。

(1) 黴の繁殖状態並に米の性状

昭和十五年七月二〇日、即ち接種後一年七ヶ月に黴の繁殖状態を調査し、又昭和十七年二月、即ち接種後三年三ヶ月に米の性状を観察したり。是等の結果は第一表の如し。



寫眞一 黴米の狀態 (海野)

第一表に見るが如く、接種後一年七ヶ月に於ては、三種の黴は、何れの種類に於ても、玄米の水分一四％の場合にはその繁殖を認めざりしが、一五—一六％に於ては、諸所に點々又は集團的に黴の繁殖を認め、一七—一八％に於ては米の全部又は大部分に黴が繁殖したり。而してその色は何れも白色又は灰綠色なりき。水分の多き程黴の繁殖大なるは言ふ迄も無くして、水分の多きは黴發生の好條件なり。(寫眞一)

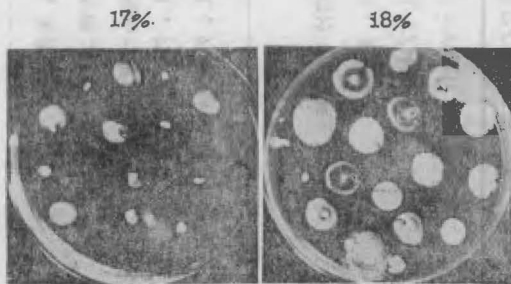
三年三ヶ月後の觀察に於ては、水分一四％の米も、黴を發生せざれど臭氣を發し、色を變じ、光澤を全く失ひて惡變せるを認む。勿論發芽力無し。これは當然の事にし

て、水分一四％、溫度三〇度又は二五度は、貯藏の惡條件なるが故なり。水分を増加するに従ひ益々惡臭を放ち、色澤惡しく、黴米の特徴をよく發揮したり。殊にアスペルギルス菌の水分一五％及び一七％の場合には、全く腐敗して黒褐色になり、ベトベトになりて酸味を帶びたる強惡臭を放つを見たり。

(2) 繁殖黴の檢定

右三種の菌は別々に接種したれど、既に述べしが如く、最初の米は無菌にあらざる

黴米の菌絲發育 (海野)



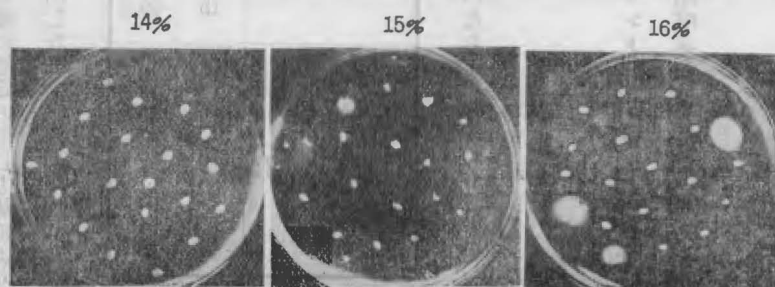
故に、貯藏中に發育せし菌は、果して接種菌なりや否やは疑はし。されど三種の試料區に於て、多少宛は相違せるを認む。*Aspergillus* の場合には腐敗せるものを生じ、*Gibberella* に於ては米は茶褐色を帯び、*Cladosporium* の場合には米が白けて見えたり。

茲に繁殖微の檢定をなさんが爲めに、次の如き實驗を行ひたり。

各試験區につき被害粒を採り出し、粒の表面を千倍の昇汞水にて瞬間消毒したる後之を横斷し、麥芽エキス寒天培養基上に切斷面を下にして置き、培養胞子を形成せしめ、顯微鏡下にて觀察したり。然る處、三種の何れの水分の區にも、換言すれば全部の試験區に於て發生せしものは凡て *Aspergillus Oryzae* のみなりき。依つて惟々に *Gibberella* 及 *Cladosporium* の二種は、始より全く繁殖せずして、米に最初より附着せる *Aspergillus* のみが繁殖せしか、或は始めの間は繁殖せしも、後に *Aspergillus* によりて壓せられ、後者のみ獨り繁殖せしものなるべし。依つて第一表に於て三種の菌に區別して、微の繁殖狀態並に米の性状を記したるも、アスベルギルスのみ微米と見るを寧ろ適當なりとす。此點よりすれば此試験に於て *Gibberella*, *Cladosporium* の微米を作りて之を研究せんとしたるも失敗したりと云ふべし。(寫眞二)

(3) 被害粒歩合

寫眞二 玄米の水分含量と微米の程度 (培養による)



次に被害粒歩合を調査したるが、その方法は、各試験區より任意に二〇粒宛を採り、繁殖微の檢定と同じ方法によりこれを麥芽エツキス寒天培養基上に培養し、菌絲の成長したる粒數を調査して、歩合を算出した。二回の平均は第二表の如し。

第二表によれば、水分を一四%

になせし米よりは菌絲の發生を認めざりし故に、微はつかざりしものと云ふべし。他の米よりは皆菌

絲を生じたるが、水分の多き程そ

の發生歩合多し。但し茲に發生せ

し菌絲は前述の如くアスペルギルスのみなりし故に、他の二種の微は遂に繁殖せざりしものならん。

第二表

菌絲を生ぜし粒の歩合

接 種 菌	米の水分 %	歩合 %
<i>Asp. Oryzae</i>	14	0
	15	21.3
	16	62.6
	17	100
	18	100
<i>Gibb. Scabinetii</i>	14	0
	15	19.8
	16	45.7
	17	90.2
	18	99.2
<i>Cladosporium sp.</i>	14	0
	15	15.0
	16	34.9
	17	62.8
	18	98.8

四、微米の分析並に酵素の活力

一般の方法により微米を分析して灰分、粗纖維、粗蛋白質、粗脂肪、炭水化物（ベルトランド法）を定量し、乾固物中の百分率にて現はし、又酵素はカタラーゼ及びヂアスターゼにつきて檢定せり。而して兩酵素の活力檢定は次の方法によれり。

カタラーゼの活力檢定法

玄米を粉碎し、玄米粉五gを二〇〇cc入三角壺に採り、蒸溜水五〇ccを加へ、二五度の恒温器内に一時間置き、後濾過したる濾液を以て酵素液となし、酵素液一〇ccを、二〇〇cc入三角壺に採り、〇・五%の過酸化水素液一〇ccを加へ、二五度の恒温器内に一時間置き、後1/4の硫酸二〇ccを加へ、N/10過マンガン酸加里液にて滴定し、残れる過酸化水素を調べ、別に標準としてカタラーゼを作用せしめざる場合の過酸化水素

第三表 微米の分析並びに酵素活力検定の結果

接 種 菌 別	貯蔵開始時の水分含量	乾 物 百 分 中(%)					酵 素 活 力	
		灰分	粗纖維	粗蛋白質	粗脂肪	炭水化物	カタラーゼ %	ヂヤスターゼ mg
對 照 (昭和一四年産)	水分含量	1.23	1.32	7.71	2.77	86.91	77.69	43.85
接 種 菌 名 <i>Aspergillus Orizae</i>	14%	1.24	1.45	7.67	2.46	85.26	6.72	9.26
	15%	1.24	1.45	7.66	2.45	85.34	2.54	13.48
	16%	1.25	1.64	7.43	2.32	85.52	—	8.52
	17%	1.35	1.67	7.03	1.99	84.63	—	—
	18%	1.39	1.80	6.82	1.90	82.51	—	—
<i>Gibberella Saub</i>	14%	1.24	1.46	7.70	2.63	85.46	3.72	13.52
	15%	1.24	1.46	7.69	2.56	85.21	1.31	11.92
	16%	1.24	1.46	7.69	2.21	85.21	—	7.86
	17%	1.39	1.65	7.17	1.94	84.74	—	—
	18%	1.39	1.79	6.98	1.89	83.36	—	—
<i>Cladosporium sp.</i>	14%	1.24	1.40	7.71	2.44	85.90	3.35	19.33
	15%	1.24	1.40	7.69	2.29	85.90	1.39	17.41
	16%	1.24	1.58	7.62	1.99	83.98	0.47	17.03
	17%	1.31	1.62	6.98	1.89	83.96	—	12.58
	18%	1.35	1.79	6.90	1.83	83.41	—	—

第四表 貯藏當初の水分含量と籾米の成分並に酵素の活力

當初水分%	乾 固 物 百 分 中 (%)					酵 素 活 力	
	灰 分	粗纖維	粗蛋白質	粗脂肪	炭水化物	カタラーゼ %	ヂャスターゼ mg
14	1.24	1.44	7.70	2.51	85.54	4.60	14.04
15	1.24	1.44	7.68	2.43	85.49	1.75	14.27
16	1.25	1.56	7.58	2.18	84.90	0.47	11.14
17	1.35	1.65	7.06	1.94	84.44	—	12.58
18	1.37	1.80	6.90	1.87	83.10	—	—
對 照 (昭和一四年產)	1.23	1.32	7.71	2.72	86.91	77.69	43.85

をも測定し、其比によつて酵素の爲めに分解せられたる過酸化水素の歩合を算出し、以てカタラーゼの活力の表示數となした。而して對照として、昭和一四年產雄神玄米を用ひたり。
 ジャスターゼの活力檢定法

玄米粉五gを二〇〇cc入三角壺に採り、一%のトルオール水五〇ccを加へ、二五度の恒溫器内に一時間置き、て濾過し、その濾液五ccに二%の可溶性澱粉液二〇ccを加へ、四〇度の恒溫器内に二四時間置きたる後に濾過し、濾液五ccにつきベルトランド法によりて還元糖の量を調へ、銅量にてヂャスターゼの活力を表示したり。

以上の結果は第三表の如し。

前に屢々述べしが如く、接種菌は三種なるも發育せし籾はアスベルギルスが主なるものなる故に、三種の籾米も結局同一物と見做して可なり。第三表の結果を見るも同一の事實を示せるを認む。よつて三者を平均して第四表を作れり。即ち對照米に比すれば粗蛋白質、粗脂肪及び炭水化物は減少し、灰分及び粗纖維は増加せるを認む。而してその増減は米の水分含量の多き程著しきを示す。又兩酵素の活力も大に減

退す。ことに水分の多きものに於て甚しきを認む。米は日照乾燥の上附着せる微を取り去りて微に含む酵素の影響を成る可く無からしめたり。然らざればデアスターゼの活力の如きは、微によつて却て多く現はるゝなるべし。岡村氏⁹⁾は多濕米の貯藏と貯藏温度との關係を研究したる結果、米の水分多き程、且つ温度高き程、貯藏によりて灰分及粗纖維を増し、又炭水化物、粗蛋白質は著しき變化無きも、貯藏とともに稍減少を示し、その傾向は米の水分多き程、又温度の高き程大なるを示し、又粗脂肪は水分の多き米程、又温度の高き程減少したりと述べたり。第三、四表に掲げたる微米の分析結果は、よく岡村氏の述べし所に一致し、且つその傾向は一層顯著なり。之れ粗蛋白質、炭水化物の減少の多きを見たるは微を接種したる爲め、その繁殖が一層盛んになりし結果なり。

カタラーゼの活力を見るに、水分一四%、一五%及び一六%の米に於ては、極めて僅かにその活力を認むるに過ぎず。水分一七%、一八%の米に於ては全くその活力を認めず。かく微米に於て、此等酵素は失はるゝを知るなり。次にデアスターゼに於て、水分一四—一六%、場合によりては一七%迄は、多少活力を認められど、これより水分多き時は活力を現はさず。たとひ活力あるも、對照に比すれば著しく減退せり。

要するに、米に水分多くして微が発生せる時は、米の蛋白質、脂肪、炭水化物は分解せられて減少し、纖維及び灰分は割合に多く現はれ、又酵素はその活力を大に失ふものなるを知るなり。尙之に關しては後に考察に於て述べんとす。

五、微米のウイタミンB₁

當所岡彦一氏を煩はして微米のウイタミンB₁含有量を測定したり。その測定法はチオクローム法にして、有山氏(日

本農藝化學會誌第一七卷、昭和一六年、二五・三六の方法に基づきたるものなり。其の大意は次の如し。

試料の玄米を細粉して、五〇gを採り、約六〇%アルコール二〇〇ccを加へて、攝氏六〇度の溫浴にて約二時間攪拌しながら浸出す。浸出液を濾別して、その水素イオン濃度を鹽酸にてPH四・五になしたる後、その中に〇・五gの硅藻土を入れて、浸出液中のチアミンを吸着せしむ。後に濾過して硅藻土を集め、水、アルコール、エーテルにて順次に洗ひて乾燥す。計算によりて乾燥したる硅藻土の初めの試料の一gに相當する量を三部試験管中に採り、夫々に赤血鹽二〇〇、二二〇、四〇〇ガムマ、一〇%苛性曹達液三ccを加へ、一分間振盪し、ビタミンB₁を酸化して、チオクロームになしたる後、エチルアルコール一〇ccを加へて濾過す。此濾液の螢光を標準液の螢光と比較し、チアミン(ビタミンB₁)含有量を計算す。此紫外線の光源にはアタメ物質鑑定器を用ひたり。而して螢光の比較をなすには、デュボスク比色計を用ひたり。

標準液は次の如く作りたり。即ちビタミンB₁鹽酸鹽(黒田製)三ガムマ(〇・〇〇一%, 〇・三cc)を、一〇mgの硅藻土を入れたる試験管に入れ、赤血鹽二〇ガムマ、一〇%苛性曹達三ccを加へ、一分間振盪して、チオクロームになしたる後、エチルアルコール一〇ccを加へ、濾過して作りたり。

チオクロームを溶すには、イソブタノールを用ふるを常法となせど、現今それは購入不可能なるが故に、エチルアルコールを代用せり。チオクロームの溶くる事はエタノールにても同様なるが、唯エタノールはイソブタノールの如く水と分液せられずして混合す。されど實際上は差支なからん。

倅、前述の方法によりて微米のビタミンB₁含有量を測定したり。而して試料は、微のつきたるまゝと、一度水にて

第四表 微米のビタミンB₁含量
(玄米100gにつきて)

微 米	米の水分	微 米	
		其 儘	水 洗
<i>Aspergillus</i>	% 14	ガムマ 197	ガムマ 196
	16	193	188
	17	207	193
<i>Udaosporium</i>	14	239	230
	16	218	208
	18	254	180
<i>Gibberella</i>	14	225	222
	16	229	193
	18	232	196

洗ひて外面の微を除きたるものとに分ちたり。
其測定の結果は第四表の如し。

第四表によれば、水分多くして微の繁殖甚しきものに於て、却てビタミンB₁は増加したるを認む。而して米を水にて洗ひ、外面の微を去る時は、微米そのまゝよりもビタミンB₁の減少するのみならず、水分含量多く、微の多く生じたる米に於て却て稍々少きが如し。

は、貯藏中にビタミンB₁は分解して、水分多き米程ビタミンB₁量は減少すること明かなり³⁾。されど若し之に微を生ずる時は、その微にビタミンB₁を含有する爲めに、却つて米のビタミンB₁を増加することをも認めたり⁽⁴⁾。此供試微米に於ても、そのまゝに於ては、微の着きたる米に於てビタミンB₁は多くなり、水洗米に於ては、微の多く着きし米に於て却つてビタミンB₁は減少せり。又水洗すればその爲めに何れの試料に於ても微米そのまゝよりもビタミンB₁は減少せり。依つて微そのものにビタミンB₁を多く含有するを認むるなり。又此米は何れも水分が多き故に、水分の多少によるビタミンB₁含量の差異を明確に認めざるも、水洗米につきて見れば、水分の多き米程ビタミンB₁は分解の甚しきを認む。元來新米のビタミンB₁含量は一〇・〇g中約三・〇gガムマなる故に、之に比すれば水分一八%の米

に於てはビタミンB₁は六〇—六五%にして、新米に比して三五—四〇%を失ひたりと云ふべし。

六、考

察

一、微米の成分

此接種試験によつて生ぜし微米は *Aspergillus Orzyae* の繁殖によるものにして、微米の分析の結果、炭水化物、粗蛋白質及び脂肪は大に減少し却つて粗繊維と灰分とは比較的増加したること前述の如し。

薨氏⁽⁹⁾の赤變米の分析に於ても、水分二四%及び一九%の白米に *Oryzae* 菌を接種し、攝氏二三度に三ヶ月保ちたる後分析したるに、澱粉の損失量最大にして、蛋白質及び脂肪の損失之に次ぎ、乾物の損失歩合は一・九%、他は五・六%に達せり。而して粗繊維は却つて増加したりと。

三宅、高田氏⁽⁸⁾のフケ米分析によれば、原乾物中の有機物は三六・七%損失し、澱粉は最も多く失はれ、次に蛋白質を失ふ。粗脂肪も一部失はるれど、其量大ならず、粗繊維は却つて増加せりと。又氏等はモス米につきて分析したるに、原乾物中有機物の損失は六九・二%、其中澱粉の損失最大、次は粗蛋白質減少し、粗脂肪も減少せりと。

岡村氏⁽¹¹⁾の實驗に於ても同前の結果を認めたること既述の如し。

以上五例の微米の分析結果は、何れも同一の事實を示すものにして、有機物が分解して失はるるなり。その場合澱粉を主とする炭水化物が最も多く失はれ、蛋白質之に次ぎ、脂肪も亦分解す。而して薨、三宅氏等の述べしが如く、米に含まれ又菌により生産せらるるアスターゼによりて澱粉は糖分に變化せられ、此一部は菌の呼吸作用に供せられて分解

せられ、炭酸瓦斯及び水になり、他の一部は纖維素となりて菌體構成に用ひらるるなり。粗蛋白質は酵素によりて分解せられてアミノ酸となり、又アムモニヤになり、脂肪は分解後脂肪酸、グリセリンに變化し更に分解せらる。而して却つて粗纖維が増加せしを見るは、前述の如く糖分より構成せられしと同時に、分析表に於て他の成分の減少に伴ひて比較數が増加するによるべし。灰分に就ても亦同じくして、そのものは増減なき筈なれども、他の成分が減少せし爲めに、比較數が大になりしなり。

要するに黴に侵されし米は、黴の種類に關せず、其主要營養素が分解せられて失はる。その最も多く失はるゝは言ふ迄も無く澱粉なり。而して黴米には粗纖維及び灰分が割合に多く含まるゝを知るなり。

又ビタミンB₁は水分の多き米程その分解大なれども、一方黴を生ずる時は、黴にビタミンB₁を多量に含有するが故に、黴米そのまゝ測定すれば、水分の多き米程ビタミンB₁は却つて増加するなり。されど洗米に於てはビタミンB₁量は減ず。而して新米のビタミンB₁含量を一〇〇gの玄米中三〇〇ガムマとすれば、供試黴米中水分一八%のものを比較するに、黴米そのまゝは新米に比して約一五—二七%、洗米の場合は約三五—四〇%のビタミンB₁を失ひたるを知るなり。

二、黴米と燻蒸

米穀貯藏中に蒙る損害は蟲の蝕害、黴及細菌による變質、呼吸作用に伴ふ物質消耗等なるが、之を防止せんとすれば、米穀を乾燥すること並びに低温に置くことなり。されど實際には乾燥、低温の二條件を充たすこと困難なる場合あり。此場合は、クロールピクリン燻蒸によりて蟲を殺し且つ微生物をも同時に防除すべし。蟲の驅除とクロールピクリン效

果との關係は既に明確にして、驅蟲の爲めに此燻蒸は一般に行はるゝ處なり。微及び細菌につきても同時に效果あることも既によく知らるゝ所にして、例へば中澤、武田氏⁽⁸⁾等はクロールピクリンにて燻蒸すれば、一二立につき藥量〇・五封度、二五—三〇度に於て *Aspergillus* の胞子は三—一六八時間以内の燻蒸にて發育せず、又 *Cladosporium* は一二時間内にて發育なきを見たり。又三宅、内藤氏⁽⁷⁾等はクロールピクリン瓦斯燻蒸は、千立方尺一封度の割合に於て、米粒上の微生物の繁殖を相當に抑制するに効果あり、又米粒上の微生物數を大に減少し、細菌に於て八〇%、微類に於て五〇%を減少し得べく、又微生物の爲めに米溫の高まりたる時に燻蒸を行へば米溫を低下し得べしと述べたり。又野津、蘆本氏等⁽¹⁰⁾もクロールピクリン千立方尺一封度三晝夜燻蒸にて菌叢の三分の一を減じ、三封度にては二分の一、五封度にては殆んど全く微は發生せざるを見たり。勿論之が爲めに米の發芽力を大に減じたりと。

二 硫化炭素の殺菌力につきて實驗例あり。養氏⁽¹⁾は赤變米へ白米につきて赤變する微菌にして、*Oospores* 屬を二硫化炭素燻蒸によりてその微の繁殖を阻害殺菌し得ることを述べたり。以上の實驗例にて、微米の防除にはクロールピクリン又は二硫化炭素にて燻蒸すれば効果あるを知るなり。

三、微米と低溫及乾燥

微米發生防止の根本は米の乾燥と低溫なり。三宅氏⁽⁴⁾はワケ米菌の發育には米の水分は一七%を要す。一五・七%にては一月に至るも肉眼にては繁殖を認めず。一六・一%にては胚の附近に繁殖を認め得るも、發育極めて不良なりと。又モス米菌は米の水分一五・二五%にては繁殖せず、一六・一%以上の時に發育す、一七・二八%にては盛んに繁殖すと。又養氏⁽¹⁾によれば赤變米菌の繁殖に要する米の水分の最低限度は一五・五%なりと。前に記せし如く此試験に於て岡村

氏の接種せし試料に就て觀察するに、*Aspergillus Oryzae*, *Gibberella Sawii*, *Cheilosporium* sp. には米の水分一四%にては大體繁殖せず、水分一五%となるに於て、點々微の發生を認め、一六%にては胚及其他の部分に微の發生を見、一七%、一八%にては早く且つ多量に微の發生を見たり。

以上四例を綜合するに、米の水分を一四%になす時は、微の發生を認めず。一五%に於ても餘り發生せず。一六%に於て始めて繁殖し、これより水分の多き程、その繁殖が盛んに、且つ早きを認むるなり。よつて微の繁殖防止よりすれば、米の水分を一四%又は以下になし置けば安全なりと云ふべし。一五%にても大體安全なるが如し。併し以上の成績は何れも少量の米を用ひて實驗的に接種せしものにして、實際に多量の玄米を堆積したるとは、其事情を異にす。實際に於ては米は呼吸作用を營みて熱を生じ、水分を出して粒間の水分は漸増するが故に、假りに一五%の水分になすも、貯藏中に於て發熱し、微米を生じて、右の結果とは一致せざるものなり。岡村氏の第一回の接種實驗に於て二〇〇瓦の米を瓶に入れて、之に微を接種するも、水分一六%、一八%の場合に於ても微は粒面に發生せざりしは、その狀態が實狀と大に異りて、米の水分含量と粒間隙の濕度とは相伴はずして、たとひ米の水分は多くも、その粒間隙の濕度が小にして、爲めに微も乾固して生育せざるなり。されば實際に於ては、米の水分は相當に少きを要するものにして、實驗例とは一致せざるものと見るべし。而して著者等は米の發芽力保持に必要な程度に乾燥すべく、中國地方の氣候に於ては水分を一三%又はそれ以下に乾燥すること必要なりと信するなり。

著者等の豫定に於ては、三種の微を攝氏一五度、二〇度、二五度及び三〇度及び室温に於て別々に米に接種繁殖せんとしたるも、第一回の實驗に於ては、その目的を達せず。よつて第二回到於ては、専ら攝氏三〇度に於てのみ接種繁殖

したり。併し三〇度は微の繁殖に最も良好なる状態なりし故に、微の繁殖に不適當なる最低最高の温度を知ること能はざりき。されど葵、三宅、高田氏等の實驗の結果によりて、赤變米、フケ米、モス米の微の成育と温度との關係を見るに、攝氏一〇度ならば是等の微は繁殖せざるを知るなり。又岡村氏⁽¹¹⁾の以前の實驗によれば、温度一〇度ならば、水分一六%迄の米には微は發生せざるを見たり。されば若し、米を適當に乾燥し得ず、微の發生の處ある時は、その貯藏温度を一〇度になせば、微は發生せずと云ふべし。玄米の發芽力保存の爲めにも水分が一六%又は以上の時に、之を温度一〇度に保つ時は二、三年は可なり良好の狀態に發芽力を保持し得ることは著者等⁽⁵⁾の研究によりて知る處なり。されば發芽力を保持するに適當なる温度又は水分は、同時に微の發生をも防止するに適當なる温度又は水分なりと云ひ得るなり。

北海道に於て伊藤氏⁽²⁾等は玄米の紅變につきて研究したり。此紅變米は *B. rubescens* sp. によるものにして、攝氏一〇度以下にても發生する故に、前記一〇度にては此紅變米の發生を防止し得ざるが如く見ゆれど、實際に於ては、此紅變は稻を刈取りて架に掛けて普通の程度に乾燥したる米には發生せざるものなり。只稻の刈取時に地乾したるもの、或は倒伏したるものにて、水分の多き米のみに發生すと。依つて此紅變米防止は低溫貯藏よりも刈取時に架乾に注意すれば足れりと云ふべし。

七、摘

要

一、著者の一人近藤は、米穀貯藏に關して、微米の研究をなすことの必要を認め、昭和一二年に之が研究を計畫したる

も、意の如く進行せず。茲に不完全なる研究なれど、その第一報を豫報的に發表せり。

二、昭和十三年七月に *Aspergillus Oryzae*, *Gibberella Saubinetii*, *Cladosporium* sp. の三種の黴を水分二一・五%、一四%、一六%、一八%の消毒玄米（雄神二號）に接種して、溫度一五度、二〇度、二五度、三〇度及室溫に置きたるも接種は失敗したり。

三、第二回到昭和十三年一月、玄米（雄神二號）を無消毒のまゝにて、水分含量を約一四%、一五%、一六%、一七%及び一八%になして、同前三種の黴を接種し、攝氏三〇度に貯へたり。

四、右の結果水分一四%の米は五ヶ月後にも黴の發生を認めず、水分一五%の米には僅かに黴の發生を認め、一六%或はそれ以上の時は、黴は多量に且つ早く發生したり。

五、貯藏一ヶ年七月並に三年三ヶ月後に於ても、水分一四%の米には黴は發生せず、他のものには何れも黴が繁殖し、惡臭を發せり。されど水分一四%のものはたとひ黴は發生せざるも、米質は悪しくなりて異臭を放てり。

六、一年七ヶ月後に繁殖黴を検せしに、何れの試験區も皆 *Aspergillus Oryzae* のみなりし故に、他の二種の菌は遂に成育する能はずして、自生アスペルギルスによりて壓倒せられしが如し。此點に於て *Gibberella Saub.* 及び *Cladosporium* sp. の接種試験は失敗に歸せり。

七、黴米を分析の結果、乾固物中炭水化物、粗蛋白質及粗脂肪は減少し、粗纖維及び灰分は増加せり。而してその増減は米の水分含量の大なるもの程著し。この事實は他の黴米につきて研究せられたる先例に同じ。

八、カタラーゼ及びヂアスターゼの活力は大に減退せり、カタラーゼは水分一四—一六%の米に於て極めて僅かに活力

を呈し、一七%及び一八%の米に於ては活力を失ふ。ヂアスターゼも水分一四—一六%、場合によりては一七%迄は多少の活力を認むれども、一八%にては活力を認めず。

九、微米のビタミンB₁は減少す。されど微にビタミンB₁を含有する故に、微を洗ひ去りたる米に比すれば微米そのまゝのものはビタミンB₁を多く含有す。

一〇、微米を防止せんとするには、米の發芽力を保持するに適當なる貯藏溫度、又は米の水分含量となすを原則とすべし。即ち中國地方にては米の水分を一三%又はそれ以下となすべし。又乾燥不充分の時は貯藏溫度を一〇度に迄低下すべし。

一一、微の發生の虞ある時は、クロールピクリン、二硫化炭素等にて燻蒸すべし。殺蟲の効果と共に微の發生を阻止する効果あるが如し。

文

獻

- (1) 葵 見丸 赤變米ノ病原ニ關スル研究 農事試験場報告 第四五號ノ一、二九—六九頁 大正一〇年二月
- (2) 伊藤誠哉・岩垂 悟 紅變米に關する研究 北海道農事試験場報告 第三一號 一—八四頁 昭和九年
- (3) 近藤萬太郎・岡村 保 乾燥度を異にせる玄米中のビタミンB₁含量に就て 農學研究第一八卷 四七—六三頁 昭和七年三月
- (4) 同 前 密封貯藏米の水分と米質の生化學的變化との關係に就きて(詳報) 農學研究 第二〇卷 一—六三頁

昭和八年四月

(5) 近藤萬太郎・寺坂信視 米穀の低溫長期貯藏試験 農學研究 第三三卷 一九七—二〇七頁 昭和十七年一月

(6) 三宅市郎・高田一男 「フケ」米及「モス」米ノ病原ニ關スル研究 農事試驗場報告 第四五號ノ二、七一—二三二頁 大正

一二年二月

(7) 三宅市郎・内藤 廣 微生物の繁殖とクロールピクリン瓦斯燻蒸との關係試験(JICIDICID) 病蟲害雜誌 第二五卷 一七六

一八〇、二五七—二六一、三四二—三五三頁 昭和十三年三、四、五月

(8) 三宅市郎・角田 廣 エビ米に關する研究(豫報) (JICIDICID) 病蟲害雜誌 第二五卷 六六九—六七七、七三九—七四七、

八二二—八一七頁 昭和十三年九、一〇、十一月

(9) 中澤亮治・武田義人・陳泗澤 クロールピクリン蒸氣が糸狀菌類孢子の發芽力に及ぼす影響に就て 日本農藝化學會誌 第三

卷 一四—一七頁 昭和二年一月

(10) 野津六兵衛・横木國臣 變質米に關する二、三の實驗 島根縣農會報 第四四九號 九—一四頁 昭和一〇年六月

(11) 岡村 保 多濕米の貯藏と貯藏溫度との關係 農學研究 第二八卷 一—四七頁 昭和二年十一月

附記 本文中に述べしが如く、接種試験は岡村保氏が當所在戰中に行ひしものなり。又ウイタミンB₁定数は當所岡彦一により。

岡分析につきては故本庄益雄氏を煩はしたる處多し。茲に三氏に謝意を表す。

文部省科學研究費による業績 其二六

(昭和十七年三月三十一日 大原農業研究所)